

# 오디세우스/OpenGIS: 오디세우스 객체관계형 DBMS를 기반으로 한 OpenGIS 시스템

김민수<sup>0</sup> 이민재 황규영  
한국과학기술원 전산학과/첨단정보기술연구센터  
{mskim2<sup>0</sup>, mjlee, kywhang}@mozart.kaist.ac.kr

남광우<sup>†</sup> 김민수<sup>†</sup>  
한국전자통신연구원 공간정보기술센터<sup>†</sup>  
{kwnam, minsoo}@etri.re.kr<sup>†</sup>

## ODYSSEUS/OpenGIS: An OpenGIS System Based on the ODYSSEUS Object-Relational DBMS

Min-Soo Kim<sup>0</sup> Min-Jae Lee Kyu-Young Whang  
Department of Computer Science and  
Advanced Information Technology Research Center  
Korea Advanced Institute of Science and Technology

Kwang-Woo Nam<sup>†</sup> Min-Soo Kim<sup>†</sup>  
Spatial Information Technology Center  
Electronics and Telecommunications Research Institute<sup>†</sup>

### 요 약

지리 정보 시스템의 사용 범위가 확대되면서 다른 지리 정보 시스템에서 사용하는 유용한 공간 데이터에 대한 공유의 필요성이 높아졌다. 그러나, 기존의 지리 정보 시스템들은 서로 다른 형태의 공간 데이터 모델과 인터페이스를 사용하기 때문에 데이터의 공유가 어려운 문제가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 표준 공간 데이터 모델과 인터페이스를 정의한 OpenGIS 표준 명세가 제안되어 널리 사용되고 있으며 앞으로도 그 활용이 확대될 것으로 예상된다. 본 논문에서는 오디세우스 객체관계형 DBMS를 기반으로 한 OpenGIS 시스템인 오디세우스/OpenGIS를 설계하고 구현한다. 오디세우스/OpenGIS는 다음과 같은 특징을 갖는다. 첫째, OpenGIS 표준 명세 중 SQL 표준 명세를 지원하여 SQL 환경의 지리 정보 시스템 응용 프로그램들이 오디세우스 객체 관계형 DBMS를 사용할 수 있도록 한다. 둘째, OpenGIS 표준 명세 중 OLE/COM 표준 명세를 지원하여 OLE/COM 환경의 지리 정보 시스템 응용 프로그램들이 오디세우스 객체 관계형 DBMS를 사용할 수 있도록 한다. 셋째, OpenGIS 표준 명세에서 정의한 지리 정보 시스템의 기능과 DBMS를 밀접하게 시스템의 안정성을 높인다.

### 1. 서 론

지리 정보 시스템 (Geographic Information System: GIS)은 지리 공간 상에 존재하는 공간 객체에 대한 정보를 모델링, 수집, 저장 및 분석하는 시스템[1]이다. 이 시스템은 국가 기관이 업무를 수행하거나 기업이 사업을 수행하는데 있어서 중요하게 사용되고 있으며[2] 그 사용 범위 또한 점차 확대되고 있다.

GIS의 사용 범위가 확대되면서 다른 GIS에서 사용하는 유용한 공간 데이터에 대한 공유의 필요성이 높아졌다. 그러나 기존의 GIS들은 서로 다른 형태의 공간 데이터 모델과 인터페이스를 사용하기 때문에 이러한 데이터의 공유가 어려운 문제가 있다. GIS들 간의 공간 데이터 모델이 다른 경우에는 데이터 공유를 위해 공간 데이터 변환이 필요하고 공간 데이터를 변환할 때에는 공간 데이터 모델 간의 충돌로 인해 변환된 데이터가 원래의 데이터와 다른 의미를 가질 수 있기 때문이다. 또한, GIS들 간의 인터페이스가 다른 경우에는 한 시스템에서 다른 시스템의 공간 데이터에 접근하기 위한 인터페이스가 맞지 않아 다른 GIS의 공간 데이터에 접근하지 못할 수 있기 때문이다[3].

이러한 문제점을 해결하기 위해 OGC (Open GIS Consortium)에서는 표준 공간 데이터 모델과 인터페이스를 정의한 OpenGIS 표준 명세를 제안하고 있다. OpenGIS 표준 명세는 응용 프로그램들 간의 상호 운영성 (interoperability)을 높이기 위한 응용 프로그램 개발 환경 표준인 SQL (Structured Query Language), OLE/COM (Object Linking and Embedding/Common Object Model), 그리고 CORBA (Common Object Request Broker)를 지원한다. SQL과 OLE/COM 개발 환경을 위한 OpenGIS 표준 명세들은 이들 명세들을 지원하는 상용 시스템들이 시판될 정도로 표준화가 진행 중이지만 CORBA 개발 환경을 위한 명세는 아직 초안 단계로 이를 지원하는 상용 시스템이 거의 없다[4]. 따라서 본 논문에서는 SQL과 OLE/COM 표준 명세로 논문의 범위를 제한한다.

본 논문에서는 한국과학기술원 전산학과 데이터베이스 및 멀티미디어 연구실에서 개발중인 객체관계형 DBMS 오디세우스[5]를 기반으로 OpenGIS 표준 명세를 지원하는 오디세우스/OpenGIS를 설계하고 구현한다. 본 논문에서 구현하는 오디세우스/OpenGIS는 다음의 세 가

지 특징을 가진다. 첫째, SQL 표준 명세를 지원한다. 이를 통해 GIS 응용 프로그램들이 오디세우스에 저장된 공간 데이터를 공유할 수 있도록 한다. 둘째, OLE/COM 표준 명세를 지원한다. 이를 통해 GIS 응용 프로그램들이 오디세우스에 저장된 공간 데이터를 공유할 수 있도록 한다. 셋째, OpenGIS 표준 명세에서 정의한 GIS의 기능을 DBMS와 밀접하게 연결한다. 이를 통해 시스템이 파손되었을 경우에 DBMS 내의 데이터에 대한 일관성을 보장하고, 공간 데이터와 비공간 데이터에 대한 통합 질의 시에 질의 처리 성능을 높일 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구로서 OpenGIS 표준 명세와 상용 시스템에서의 OpenGIS 표준 명세 지원에 대해 소개한다. 제 3장에서는 OpenGIS 표준 명세의 데이터 모델을 설명하고 본 논문에서 채택한 OpenGIS SQL 표준 명세와 OpenGIS OLE/COM 표준 명세를 분석한다. 제 4장에서는 오디세우스/OpenGIS의 설계 및 구현에 대해 설명하고, 마지막으로 제 5장에서는 결론을 내린다.

### 2. 관련 연구

본 장에서는 관련 연구로서 OpenGIS 표준 명세를 소개하고 상용 시스템들의 OpenGIS 표준 명세 지원에 대해 설명한다. 제 2.1절에서는 OpenGIS 표준 명세를 소개하고, 제 2.2절에서는 OpenGIS 표준 명세를 지원하는 상용 시스템들을 소개한다.

#### 2.1. OpenGIS 표준 명세 소개

OpenGIS 표준 명세는 네트워크 상에 분산되어 있는 공간 데이터를 공유하기 위해 OGC (Open GIS Consortium)에서 제안한 표준 데이터 모델과 공통 인터페이스들의 집합[3]이다. OpenGIS 표준 명세는 크게 추상 명세 (abstract specification)와 구현 명세 (implementation specification)로 나뉜다. 추상 명세는 공간 객체에 대한 모델과 모델의 구현 방법을 기술한 문서[6]로, 이를 기반으로 하여 구현 명세들이 작성된다. 구현 명세는 추상 명세를 기반으로 응용 프로그램의 개발 환경에 따라 표준 데이터 모델과 인터페이스를 정의한 문서[3]로 이를 기반으로 GIS가 작성된다. 구현 명세는 사용되는 응용 프로그램 개발 환경에 따라 SQL 표준 명세, OLE/COM 표준 명세, 그리고 CORBA 표준 명세로 나뉜다. SQL 표준 명세는 ISO (International

\* 본 연구는 첨단정보기술연구센터를 통하여 한국과학재단의 지원을 일부 받았음.  
\* 본 연구는 한국전자통신연구원의 '오디세우스를 위한 OGC OLE/COM 사양의 데이터 제공자 컴포넌트 개발' 과제에서 일부 지원 받았음.

Standard Organization)에서 제안한 SQL 데이터베이스 질의 언어 표준을 개발 환경으로 하는 GIS들 간의 상호 운영성을 높이기 위해 정의된 명세이고, OLE/COM 표준 명세는 마이크로소프트에서 제안한 윈도우 기반 클라이언트 프로그램과 서버 프로그램 간의 통신을 위한 표준인 OLE/COM을 개발 환경으로 하는 GIS들 간의 상호 운영성을 높이기 위해 정의된 명세이다. 그리고, CORBA 표준 명세는 OMG (Object Management Group)에서 제안한 분산 환경에서의 객체 생성, 배포 및 관리에 대한 표준인 CORBA를 개발 환경으로 하는 GIS들 간의 상호 운영성을 높이기 위해 정의된 명세이다.

### 2.2 상용 시스템에서의 OpenGIS 표준 지원

본 절에서는 상용 시스템인 IBM DB2 데이터베이스 시스템과 ESRI ArcGIS에서 OpenGIS 표준 명세를 지원하는 방법에 대해 설명한다.

#### ■ IBM DB2 데이터베이스 시스템

IBM DB2 데이터베이스 시스템에서는 DB2 Spatial Extender를 통하여 OpenGIS 표준 명세 중 SQL 표준 명세를 지원한다. DB2 Spatial Extender는 DB2 데이터베이스 내에서 공간 데이터를 저장, 검색, 갱신, 질의 및 분석할 수 있는 기능을 제공하는 확장 모듈[7]이다. DB2 Spatial Extender는 공간 데이터를 빠르게 찾기 위해 공간 객체에 대한 색인인 Grid File 색인 구조를 제공한다[8]. DB2 Spatial Extender는 DBMS의 외부에 구현되어 있어 시스템의 확장성이 좋지만, 질의 성능에 큰 영향을 주는 색인 또한 DBMS 엔진 외부에 구현되어 있어 질의 성능이 떨어지는 문제점을 가진다.

#### ■ ESRI ArcGIS

ESRI에서는 ArcGIS를 통하여 OpenGIS 표준 명세를 지원한다. ArcGIS는 GIS를 구축, 관리, 통합, 분석, 배포 할 수 있는 기능을 제공하는 소프트웨어 시스템[9]으로 GIS 구현을 위한 컴포넌트들의 집합으로 구성되며 OpenGIS 표준 명세 중 OLE/COM 표준 명세를 지원한다. ArcGIS는 ArcGIS Extension을 통해 각 GIS의 용도에 맞게 특화된 데이터 모델과 기능을 지원하도록 확장되어 시스템의 확장성이 좋다. 그러나, GIS의 기능들이 ArcGIS를 구성하는 다양한 컴포넌트들에 분산되어 있어 하나의 소프트웨어 컴포넌트로 구현되는 시스템보다 관리가 어렵고 성능이 떨어지는 문제점을 가진다.

### 3. OpenGIS 표준 명세

본 장에서는 OpenGIS 표준 명세에 대해 설명한다. 제 3.1절에서는 OpenGIS 표준 명세의 공간 데이터 모델을 설명한다. 제 3.2절에서는 SQL 환경에서 구현된 응용 프로그램들간의 상호 운영성을 높이기 위한 명세인 SQL 표준 명세에 대해 설명하고 제 3.3절에서는 OLE/COM 환경에서 구현된 응용 프로그램들간의 상호 운영성을 높이기 위한 명세인 OLE/COM 표준 명세에 대해 설명한다.

#### 3.1. 공간 데이터 모델

본 절에서는 OpenGIS 표준 명세에서 정의하는 공간 데이터 모델에 대해 설명한다. OpenGIS 표준 명세에서의 공간 데이터 모델은 크게 공간 클래스와 공간 연산자로 구성된다. 공간 클래스는 공간 객체를 표현하는 방법을 정의하고 공간 연산자는 공간 객체들 간의 연산을 정의한다.

##### ■ 공간 클래스

공간 클래스는 객체 지향 모델에서의 클래스를 이용하여 공간 객체의 표현 방법을 나타낸 정의이다. OpenGIS 표준 명세에서 정의된 공간 클래스들로는 Geometry, Point, Curve, LineString, Line, LinearRing, Surface, Polygon, GeometryCollection, MultiPoint, MultiCurve, MultiLineString, MultiSurface, MultiPolygon이 있다[10][11].

##### ■ 공간 연산자

공간 연산자는 공간 클래스에 적용되는 연산자로서 두 공간 객체의 관계를 확인하거나 공간 객체의 특성을 추출할 때 사용된다[12]. 공간 연산자는 반환 값의 종류에 따라 크게 위상 관계 연산자, 기하 연산자, 기타 연산자의 세 가지로 분류된다. 위상 관계 연산자는 주어진 공간 조건이 주어진 두 공간 객체 사이에 존재하면 참을, 그렇지 않으면 거짓을 반환하는 연산자로 Disjoint, Intersects, Crosses, Overlaps, Touches, Within, Contains, Equals가 있다[10][11]. 기하 연산자는 공간 객체 혹은 공간 객체들간에 존재하는 기하학적 수치를 반환하는 연산자로 Area, Length, Distance가 있다[10][11]. 마지막으로 기타 연산자는 위상 관계 연산자나 기하 연산자로 분류할 수 없는 연산자로 Buffer, ConvexHull, Intersction, Union, Difference, SymDifference가 있다[10][11][12].

### 3.2. SQL 표준 명세

SQL 표준 명세는 ISO에서 제안한 데이터베이스 질의 언어의 표준인 SQL을 개발 환경으로 하는 GIS들이 공간 데이터의 공유를 통해 상호 운영성을 높이기 위한 목적으로 제안된 명세이다[10]. SQL 표준 명세에서는 공간 데이터의 공유를 위해 SQL에서 공간 객체에 대한 질의를 표현할 수 있도록 SQL을 확장한다.

공간 객체를 공간 질의어 상에 표현하는 방법으로는 속성을 이용하는 방법과 텍스트를 이용하는 방법이 있다. 속성을 이용하는 방법은 속성으로 표현된 공간 객체를 질의어에 사용하는 방법이고, 텍스트를 이용하는 방법은 정해진 문법에 따라 작성된 공간 객체의 표현을 질의어에 사용하는 방법이다. 그림 1은 공간 객체에 대한 질의를 위해 확장된 SQL의 예로 “주어진 다각형과 경계가 교차하는 길의 이름”을 찾는 질의이다. 이 질의는 공간 객체를 표현하기 위해 ‘Road.boundary’와 같이 속성을 이용하는 방법과 ‘PolygonFromText (‘POLYGON( 1 1, 3 1, 2 4, 1 2, 1 1 )’, 1)’와 같이 텍스트를 이용하는 방법을 동시에 보여준다.

```
SELECT Road.name
FROM Road
WHERE Intersects ( Road.boundary, PolygonFromText (
'POLYGON( 1 1, 3 1, 2 4, 1 2, 1 1 )', 1 ) )
```

그림 1. 공간 객체에 대한 질의를 위해 확장된 SQL의 예.

공간 연산자들을 공간 질의어 상에서 표현하기 위해서 질의어 상에 표현된 공간 객체를 인수로 하는 함수들을 정의한다. 그림 1의 질의 예에서는 공간 연산자들 중 위상 관계 연산자 ‘Intersects’가 사용되었다.

#### 3.3. OLE/COM 표준 명세

OLE/COM 표준 명세는 마이크로소프트에서 제안한 OLE/COM 환경에서 GIS 응용들간의 공간 데이터의 공유 방법을 제안하는 표준 명세이다[10]. OLE/COM 표준 명세에서는 OLE/COM 환경에서 공간 데이터의 공유를 위해 공간 객체에 접근하는 방법을 정의한다.

OLE/COM 표준 명세는 공간 객체에 대한 질의를 가능하게 하기 위해 OLE/COM 환경에서 질의에 사용되는 OLE/COM 인터페이스들을 확장한다. 또한, OLE/COM 표준 명세는 OLE/COM 환경의 GIS 응용들이 제 3.1절에서 설명한 공간 데이터 모델을 사용할 수 있도록 하기 위해 공간 클래스와 공간 연산자를 표현하는 인터페이스를 정의한다.

### 4. 오디세우스/OpenGIS 시스템의 설계 및 구현

본 장에서는 오디세우스 객체관계형 DBMS를 기반으로 한 OpenGIS 시스템인 오디세우스/OpenGIS의 설계 및 구현에 대해 설명한다. 제 4.1절에서는 오디세우스/OpenGIS의 아키텍처에 대해 설명한다. 제 4.2절에서는 OpenGIS 표준 명세의 공간 데이터 모델 지원을 위해 오디세우스의 공간 객체 저장 시스템을 확장하는 방법에 대해 설명하고, 제 4.3절에서는 OpenGIS SQL 표준 명세의 지원을 위해 오디세우스의 공간 질의 처리기를 확장하는 방법에 대해 설명한다. 그리고, 제 4.4절에서는 OpenGIS OLE/COM 표준 명세의 지원을 위한 OpenGIS OLE/COM 인터페이스 구현에 대해 설명한다.

#### 4.1 시스템 아키텍처

오디세우스/OpenGIS는 OpenGIS 표준 명세 중 SQL 표준 명세와 OLE/COM 표준 명세를 지원한다. 이를 통해 SQL 환경과 OLE/COM 환경의 GIS 응용 프로그램들이 오디세우스를 공간 데이터베이스로 사용할 수 있도록 한다.

그림 2는 본 논문에서 구현하는 오디세우스/OpenGIS의 아키텍처로 OpenGIS OLE/COM 인터페이스, 공간 질의 처리기, 공간 객체 저장 시스템으로 구성된다. OpenGIS OLE/COM 인터페이스는 GIS 응용 프로그램들이 OLE/COM 환경에서 오디세우스를 이용할 수 있도록 하기 위해 정의된 인터페이스들의 집합이다. 공간 질의 처리기는 오디세우스의 질의 처리기인 OOSQL 질의 처리기[13]가 OpenGIS 표준 명세에서 정의하는 공간 질의를 처리하도록 확장한 것이며, 공간 객체 저장 시스템은 오디세우스의 공간 객체 저장 시스템인 GEOSS[2][14]가 OpenGIS 표준 명세를 지원하도록 확장한 것이다.

오디세우스/OpenGIS는 OpenGIS 표준 명세에서 정의한 GIS의 기능들을 오디세우스 객체관계형 DBMS와 밀접한다. GIS의 기능들과

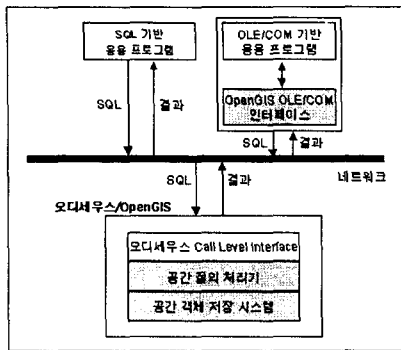


그림 2. 오디세우스/ODS/OGIS의 아키텍처.

DBMS 간의 밀결합은 GIS가 지원하는 데이터 모델과 공간 연산 등의 기능들을 DBMS의 저장 시스템, 질의 처리기, 그리고 질의 언어의 수준에서 반영하도록 구현하는 것이다. 저장 시스템 수준에서의 밀결합에서는 공간 데이터의 공간 속성, 비공간 속성, 그리고 각 속성에 대한 색인을 하나의 데이터베이스에서 저장 및 관리하고 동시성 제어와 파손 회복 기능을 수행한다. 질의 처리기 수준에서의 밀결합에서는 공간 속성을 질의의 대상으로 하는 공간 속성 질의와 비공간 속성을 질의의 대상으로 하는 비공간 속성 질의를 하나의 질의 언어로 표현한다[5]. 오디세우스/ODS/OGIS는 저장 시스템, 질의 처리기, 그리고 질의 언어 수준에서 GIS의 기능들을 완전히 밀결합함으로써 동시성 제어 및 파손 회복을 통한 데이터의 일관성을 유지하고 공간 질의 성능을 향상시킨다.

4.2 공간 객체 저장 시스템 확장

오디세우스/ODS/OGIS에서는 오디세우스 객체관계형 DBMS의 공간 객체 저장 시스템인 GEOSS를 확장하여 OpenGIS 표준 명세를 따르는 공간 객체들이 오디세우스에서 저장 및 관리될 수 있도록 한다. 확장된 공간 객체 저장 시스템은 저장 시스템 수준에서 공간 데이터 모델을 밀결합함으로써 공간 객체에 대한 동시성 제어 및 파손 회복을 수행하여 시스템의 안정성을 높인다. 또한 공간 객체에 대한 질의 수행을 지원하여 질의 속도를 향상시킨다.

공간 객체 저장 시스템의 확장은 공간 데이터 모델의 확장과 공간 스캔의 확장으로 구성된다. 공간 데이터 모델의 확장에서는 기존의 오디세우스 공간 객체 저장 시스템[2][14]에서 제공하는 공간 클래스들과 공간 연산자들 중에서 OpenGIS SQL 표준 명세에 있는 것들을 재사용하고 없는 것들은 새로 추가한다. 주어진 공간 질의 조건을 충족하는 공간 객체를 공간 색인을 통해 찾는 기능인 공간 스캔의 확장에서는 기존의 오디세우스 공간 객체 저장 시스템[2][14]에서 제공하는 공간 스캔들이 공간 데이터 모델 확장에서 추가된 공간 연산자들을 지원하도록 수정한다.

4.3 공간 질의 처리기 확장

오디세우스/ODS/OGIS에서는 오디세우스 객체관계형 DBMS의 공간 질의 처리기가 OpenGIS 표준 명세의 공간 데이터 모델을 반영하도록 확장된 SQL 질의를 처리하여 공간 객체를 읽을 수 있도록 하기 위해 오디세우스의 공간 질의 처리기를 확장한다. 이를 위해 제 4.2 절에서 설명한 공간 객체 저장 시스템의 확장에서 추가된 공간 클래스와 공간 연산자를 이용한 공간 질의를 오디세우스의 공간 질의 처리기에서 처리할 수 있도록 공간 질의 처리기를 확장한다.

4.4 OpenGIS OLE/COM 인터페이스 구현

오디세우스/ODS/OGIS에서는 OpenGIS 표준 명세의 공간 데이터 모델에 정의된 공간 클래스들과 공간 연산자들을 사용하기 위한 인터페이스들과 공간 질의 처리를 위한 인터페이스들을 구현함으로써 OpenGIS OLE/COM 표준 명세를 지원한다. OpenGIS의 공간 데이터 모델 사용과 공간 질의 처리를 위한 인터페이스들의 구현은 OLE/COM 표준 명세에 정의된 OLE/COM 데이터 제공자의 구현을 통해 이루어진다. OLE/COM 데이터 제공자는 OLE/COM에서 제안한 인터페이스들을 구현하여 제공하는 프로그램으로 OLE/COM 환경의 GIS 응용 프로그램들은 OLE/COM 표준 명세를 지원하는 데이터

제공자를 통해 오디세우스를 공간 데이터베이스로 사용할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 GIS들간의 상호 운영성을 높이기 위해 제안된 OpenGIS 표준 명세가 상용 DBMS에서 널리 채택되고 있는 추세에 따라 오디세우스 객체관계형 DBMS를 기반으로 한 OpenGIS 시스템인 오디세우스/ODS/OGIS를 설계하고 구현하였다.

본 논문에서 설계하고 구현한 OpenGIS 시스템인 오디세우스/ODS/OGIS의 특징은 다음과 같다. 첫째, 데이터베이스 질의어 표준인 SQL 환경에서 응용 프로그램들간의 상호 운영성을 높이기 위해 SQL 표준 명세를 지원한다. 둘째, 윈도우 기반 클라이언트 프로그램과 서버 프로그램간의 통신을 위한 표준인 OLE/COM 환경에서 응용 프로그램들간의 상호 운영성을 높이기 위해 OLE/COM 표준 명세를 지원한다. 셋째, 시스템의 안정성 향상과 공간 질의 처리 성능의 향상을 위해 OpenGIS 표준 명세에서 정의된 GIS의 기능들을 DBMS와 밀결합한다.

오디세우스/ODS/OGIS를 바탕으로 향후 연구되어야 할 내용은 다음과 같다. 첫째, OpenGIS 표준 명세에서 정의된 GIS의 기능들을 DBMS와 밀결합 했을 때와 밀결합하지 않았을 때의 공간 질의 처리 성능에 대한 비교 분석이 필요하다. 둘째, OpenGIS 표준 명세를 지원하는 공간 질의 처리 성능을 높이기 위해 공간 질의를 최적화하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Elmasri, R., and Navathe, S. B., *Fundamentals of Database Systems*, 3rd Ed., Addison Wesley, 2000.
- [2] 황규영, 홍의경, 이기준, 이민재, 한옥신, "오디세우스/Geo: 지리정보시스템을 위한 객체지향 멀티미디어 DBMS," 정보과학회지, 제 17권, 제 11호, pp. 37-44, 1999년 11월.
- [3] The Open GIS Consortium Technical Committee, *The OpenGIS Guide*, 3rd Ed., Open GIS Consortium, Inc., June 1998.
- [4] Open GIS Consortium, Inc., *OGC Implementing & Conforming Products*, Open GIS Consortium, Inc., Apr. 2003.
- [5] 한옥신, 이민재, 이재길, 박상영, 황규영, "오디세우스 객체관계형 멀티미디어 DBMS의 아키텍처," 한국정보과학회 추계학술 발표회 논문집, pp. 45-47, 2000년 10월.
- [6] Open GIS Consortium, Inc., *The OpenGIS Abstract Specification*, 4th version, OpenGIS Project Document Number 99-AS-RFP009, Open GIS Consortium, Inc., June 1999.
- [7] International Business Machines Corp., *IBM DB2 Spatial Extender User's Guide and Reference*, 2nd Ed., International Business Machines Corp., June 2001.
- [8] Adler, David W., "IBM DB2 Spatial Extender - Spatial data within the RDBMS," In *Proc. 27th Int'l Conf. on Very Large Data Bases*, pp. 687-690, Rome, Italy, Sept. 2001.
- [9] Environmental Systems Research Institute, *ArcGIS 8: The Complete Geographic Information System*, Environmental Systems Research Institute, Mar. 2003.
- [10] Open GIS Consortium, Inc., *OpenGIS Simple Features Specification For SQL*, Rev. 1.1, OpenGIS Project Document Number 99-049, Open GIS Consortium, Inc., May 1999.
- [11] Open GIS Consortium, Inc., *OpenGIS Simple Features Specification For OLE/COM*, Rev. 1.1, OpenGIS Project Document Number 99-050, Open GIS Consortium, Inc., May 1999.
- [12] 이민재, 지리 정보 시스템을 위한 공간 질의어 Geo<sup>2</sup>SQL의 설계 및 구현, 석사 학위 논문, KAIST 전산학과, 1997.
- [13] 우준호, ODYSSEUS 객체지향 데이터베이스 시스템을 위한 질의 처리기의 설계 및 구현, 석사 학위 논문, KAIST 전산학과, 1995.
- [14] 송주원, 김상욱, 이영구, 황규영, 홍의경, 김장수, "GEOSS: 지리 정보 시스템을 위한 공간 객체 저장 시스템," 한국정보과학회 데이터베이스연구회지, 제 10권, 제 2호, pp.24-40, 1994년 8월.